

PENGARUH PANJANG TALI PADA BANDUL MATEMATIS TERHADAP HASIL PERHITUNGAN PERCEPATAN GRAVITASI BUMI

¹⁾Yunus Erdamansyah, ²⁾Bambang Supriadi, ²⁾Yushardi

¹⁾Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

²⁾Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNEJ

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: yunuserda@gmail.com

Abstract

A Simple pendulum is an ideal object consisting of a point mass which is suspended on the inelastic rope. One of the pendulum uses is to measure the value of the acceleration due to gravity of one place. The Rope length was varied based on the theoretical value of the acceleration results (9.8 m/s^2). To minimize the force air friction, the research was conducted in closed area. It was known that the average value of the period is comparable to the root of the rope length. Not all of the measurements with different rope length showed the similar result each of length rope has the different level on the error measurement. The rope with a length of 25 cm has the highest error measurement which is 10.63%. The most effective long rope of four long ropes used was 75 cm with an error measurement 0.02%.

Key words: *mathematical pendulum, simple pendulum, gravitation, the long rope*

PENDAHULUAN

Apabila suatu benda dilepaskan dari ketinggian tertentu, maka benda tersebut akan jatuh dan mengarah ke pusat bumi. Percepatan yang dialami oleh benda yang jatuh tersebut disebabkan oleh adanya gaya gravitasi bumi.

Percepatan gravitasi bumi dapat diukur dengan beberapa metode eksperimen salah satunya adalah dengan menggunakan sebuah bandul matematis yang terdiri atas titik massa m yang digantung dengan menggunakan seutas tali tak bermassa (massa diabaikan) dengan ujung atasnya dikaitkan dengan dinding diam. Pada sistem bandul sederhana, benda bergerak pada sumbu gerak yang hanya dikendalikan oleh gravitasi bumi dengan periode ayunan dapat ditentukan menggunakan persamaan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(Tipler, 1998:441)

Secara teori, nilai hasil pengukuran percepatan gravitasi tidak dipengaruhi oleh panjang tali yang digunakan karena pada panjang tali berapapun akan menghasilkan nilai percepatan gravitasi yang sama jika tempat melakukan pengukuran juga sama. Namun pada kenyataannya, seringkali terjadi kesenjangan antara teori dengan fakta yang sebenarnya. Hal ini tentu erat hubungannya dengan faktor-faktor lain hingga hal tersebut dapat terjadi.

Tertarik dengan topik tersebut, peneliti ingin melakukan eksperimen untuk mengetahui tingkat akurasi pengukuran percepatan gravitasi bumi menggunakan bandul sederhana pada panjang tali yang berbeda (dengan menggunakan tali yang berbeda-beda).

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian *eksperimen*. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh panjang tali pada bandul matematis

terhadap hasil perhitungan percepatan gravitasi bumi.

Jenis tali yang digunakan dalam penelitian ini adalah polyester yarn dengan panjang 25 cm, 50 cm, 75 cm dan 100 cm. Pada masing-masing panjang tali digunakan tiga tali yang massanya berbeda. Sedangkan untuk massa bandul yang digunakan adalah 50 gr, 100 gr, 200 gr dan 300gr.

Data yang diambil dari penelitian ini adalah berupa waktu yang dibutuhkan bandul untuk melakukan 10 ayunan dengan sudut simpangan sebesar 10^0 . Data yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui pada panjang tali berapakah bandul menunjukkan nilai percepatan gravitasi bumi yang mendekati nilai gravitasi secara teori ($9,8 \text{ m/s}^2$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengambilan data mengenai percepatan gravitasi dalam penelitian ini peneliti menggunakan sudut simpangan 10^0 dengan banyak ayunan adalah 10 ayunan dan dilakukan dengan menggunakan tiga jenis tali. Tali jenis pertama adalah jenis tali tunggal yang terbuat dari tali sintesis atau tali yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai benang jahit. Tali jenis kedua dan ketiga juga merupakan tali jenis polyester yarn yang biasa digunakan sebagai benang jahit, akan tetapi perbedaannya dengan jenis tali pertama adalah pada jenis tali kedua ini merupakan tali yang digabung-gabung sehingga membentuk tali yang lebih besar dari jenis tali yang pertama. Hasil dari pengukuran ditunjukkan dalam tabel 1 dibawah ini

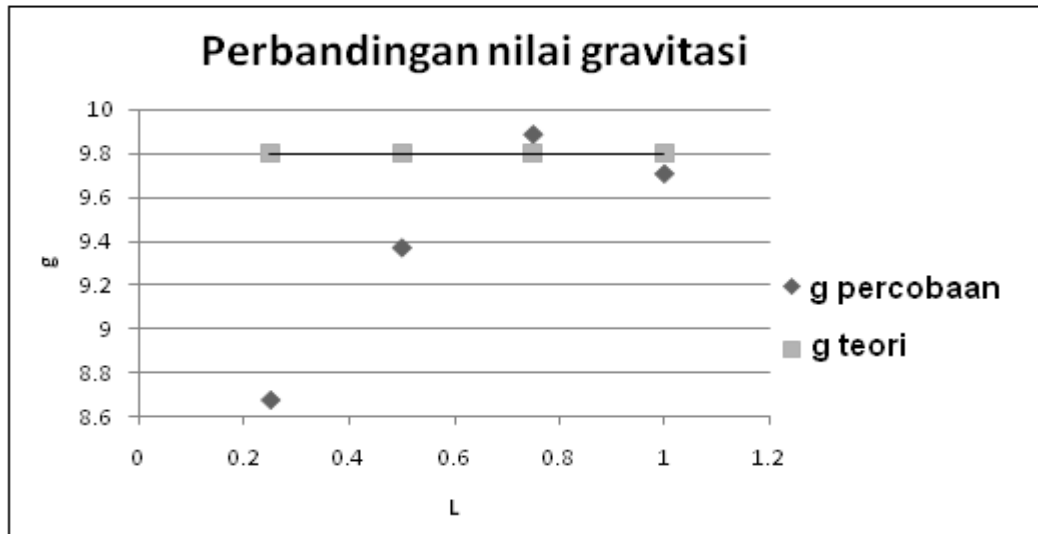
Tabel 1. hasil pengukuran nilai percepatan gravitasi

Panjang tali (m)	Massa tali (gr)	g (m/s^2)
25	0,006	8.383
	0,375	8.502
	1,400	8.682
0.5	0,012	9.481
	0,750	9.526
	2,800	9.107
0.75	0,018	9.753
	1,125	10.087
	4,200	9.846
1	0,024	9.683
	1,500	9.746
	5,600	9.702

Pada penelitian pertama mengenai pengaruh panjang tali pada proses pengukuran percepatan gravitasi bumi, penyimpangan hasil pengukuran yang paling besar terjadi pada tali yang paling pendek, yaitu tali dengan panjang 25 cm dengan besar simpangannya jika dibandingkan dengan percepatan gravitasi secara teori ($9,8 \text{ m/s}^2$) sebesar $0,127 \text{ m/s}^2$. Secara teori, pada suatu tempat yang sama jika dilakukan pengukuran percepatan gravitasi bumi menggunakan bandul matematis, pada panjang tali berapapun seharusnya menunjukkan hasil yang sama. Akan tetapi pada penelitian yang telah dilakukan terdapat

kenyataan bahwa dalam pengukuran gravitasi menggunakan bandul matematis terdapat penyimpangan hasil pengukuran dengan percepatan gravitasi secara teori. Penyimpangan yang besar pada panjang tali 25 cm diakibatkan karena pada tali yang pendek lintasan linier yang ditempuh bandul juga pendek sehingga periode ayunan akan semakin cepat, dimana hal ini akan mempengaruhi tingkat ketelitian pengukuran waktu pada bandul tersebut.

Nilai percepatan gravitasi hasil pengukuran dan teori diberikan dalam gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai percepatan gravitasi hasil percobaan dan teori

Periode ayunan pada bandul matematis berbanding lurus dengan akar panjang tali. Pada tali yang lebih panjang yakni 50 cm, tingkat penyimpangan hasil pengukuran percepatan gravitasi sebesar $0,079 \text{ m/s}^2$ relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan panjang tali yang 25 cm. Hal ini dikarenakan pada panjang 50 cm periode ayunan semakin besar, artinya waktu yang digunakan bandul untuk melakukan 10 ayunan (yang digunakan dalam penelitian ini) juga semakin besar sehingga tingkat ketelitian pada saat melakukan pengukuran akan meningkat.

Pada proses pengukuran percepatan dengan menggunakan panjang tali 75 cm dan 100 cm dihasilkan percepatan gravitasi yang semakin mendekati besar percepatan gravitasi secara teori. Selisih dari hasil pengukuran percepatan gravitasi menggunakan tali dengan panjang 75 cm dan 100 cm adalah $0,045 \text{ m/s}^2$ dan $0,033 \text{ m/s}^2$. Berdasarkan data tersebut, semakin panjang tali yang digunakan untuk melakukan pengukuran percepatan gravitasi pada bandul matematis maka tingkat ketelitian hasil pengukuran juga semakin tinggi.

Pada kebanyakan kasus yang terjadi, jika tali yang digunakan pada

bandul matematis untuk menentukan percepatan gravitasi terlalu panjang maka kemungkinan terjadi ayunan konis (ayunan putar) akan semakin besar. Pada tali yang panjang, periode ayunan akan semakin besar, sehingga resistansi udara yang menyebabkan bandul mengalami ayunan putar akan semakin berpengaruh. Hal ini dapat diatasi dengan cara melakukan pengukuran ditempat tertutup.

Pada penelitian yang kedua, peneliti ingin mengetahui pengaruh massa tali yang digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi. Dari data yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa pada massa tali berapapun yang digunakan pada bandul matematis tidak akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran percepatan gravitasi. Hal ini didasarkan pada data yang dihasilkan bersifat acak. Pada panjang tali 25 cm misalnya, hasil pengukuran pada masing-masing massa tali 0,006 gram, 0,375 gram dan 1,400 gram berturut-turut adalah $9,682 \text{ m/s}^2$, $9,672 \text{ m/s}^2$ dan $9,693 \text{ m/s}^2$. Sedangkan pada panjang tali 50 cm pada masing-masing tali dengan massa 0,012 gram, 0,750 gram dan 2,800 gram berturut-turut adalah $9,734 \text{ m/s}^2$, $9,726 \text{ m/s}^2$ dan $9,703 \text{ m/s}^2$.

Pada masing-masing panjang tali dengan massa yang berbeda-beda, hasil pengukuran percepatan gravitasi menunjukkan angka yang konstan. Artinya, berapapun massa tali yang digunakan, tidak berpengaruh terhadap hasil perhitungan percepatan gravitasi. Dengan meniadakan gaya gesek udara, ketika dua buah benda dengan massa yang berbeda dijatuhkan dari ketinggian yang sama, maka dalam selang waktu yang sama kedua benda tersebut akan menempuh jarak yang sama pula. Hal ini sudah sesuai teori bahwa pada bandul matematis massa tali dapat diabaikan. Karena berapapun massa tali yang digunakan didalam percobaan bandul bandul matematis, maka dengan panjang yang sama akan diperoleh periode yang sama. Jadi pada percobaan bandul matematis bisa menggunakan tali dengan massa yang kecil maupun massa yang besar. Karena hal tersebut tidak berpengaruh terhadap tingkat ketelitian pada proses pengukuran percepatan gravitasi.

KESIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, Panjang tali yang digunakan dalam bandul matematis untuk mengukur percepatan gravitasi mempengaruhi tingkat ketelitian proses pengukuran. Semakin pendek tali yang digunakan, maka periode ayunan akan semakin kecil sehingga berpengaruh pada perolehan data pada saat proses pengukuran. Panjang tali yang paling efektif yang dapat digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi bumi adalah pada panjang tali 75 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. 1992. Erlangga: Jakarta
Giancoli. 1997. *Fisika*. Erlangga: Jakarta
Halliday, David. 1999. *Fisika Dasar Jilid I*. Jakarta : Erlangga

- Priyambodo, Tri Kuntoro. 2009. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu Komputer dan Informatika*. Andi: Yogyakarta
Tipler. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Erlangga: Jakarta
Zemansky, Sears. 1999. *Fisika untuk Universitas 1*. Trimitra Mandiri: Jakarta